

自律型ロボット教材を活用した 「プログラムと計測・制御」学習に関する研究[†]

古平真一郎*・坂本 弘志*・小宅 稔也**・堤 美香**・針谷 安男**
宇都宮大学大学院教育研究科*
宇都宮大学教育学部**

高度情報通信社会と呼ばれる現代の社会情勢の中、生活の中にコンピュータによる制御機器が密接に関わってきている。そのような中で生活している現代の子どもたちにとって身のまわりにあるコンピュータ内蔵の制御機器の仕組みや技術を知識として理解することは必要な学習である。その学習として、自律型ロボットを教材とした教育実践が行われており、授業展開において身のまわりにある制御機器の仕組みや技術を理解させる発展的な課題に対しての応用が困難であり、学習指導方法や授業計画が必要とされている。

本報では、生活の中に密接に関わっているコンピュータ制御機器の仕組みや技術を理解する学習に適した自律型ロボット教材と題材を選定し、必修授業における授業実践を実施し、そこで得られた効果について述べる。さらに、授業実践を通して課題解決的な学習に加え発展的な学習を行うことで学習意欲の向上、知識の習得が期待される授業計画を提案する。

キーワード：自律型ロボット，プログラムと計測・制御，必修授業，身のまわりの制御機器

1. まえがき

高度情報通信社会と呼ばれている現在、私たちの身のまわりの生活には、コンピュータが組み込まれた制御機器が数多くある。特に、近年ではパソコンや携帯電話など情報端末機器の普及、インターネットの発達によるグローバルネットワーク化、家庭電化製品の自動化など、私たちの生活により深くコンピュータによる制御機器が関わってきている。

さまざまな制御機器に囲まれた中で生活を送っている子どもたちにとって、それらの制御機器の仕組みや技術を知識として知ることは必要である。その学習は中学校技術・家庭科技術分野における「プログラムと計測・制御」の学習が深い関連をもっており、表1に示すように各教育機関において、その学習に関連した実践が多く行われ報告されている^{(1), (2)}。それらの実践の中では、自律型ロボット教

材が多く取り入れられ、実践的・体験的な学習を通して学習効果の有効性を示しているが、発展的な学習や身のまわりの制御機器に使用されている技術に関連させた学習はあまり実践されていない。

一方、技術科教育の情報分野の指導において、自律型ロボット教材を活用した生活とコンピュータとの関連を理解することができる学習指導方法の確立が要望されている。さらに、今後ますます応用・発展される技術に対して必要とされる知識や技能の育成をすることができ、生活におけるコンピュータの役割を認識させることが可能な教材と指導方法が重要であると考えられる。

そこで本研究では、技術科教育の情報分野におけるプログラムと計測・制御の学習において、身のまわりの機器に使用されているコンピュータの役割との関連を学習でき、発展的な学習も可能である自律型ロボット教材を活用した授業実践を行い、その学習効果を検証するとともに有効性のある学習プログラムを開発することを目的とし、本報告では、授業計画に必要とされる自律型ロボット教材と題材の選定を行い、必修授業における授業実践とそこで得られた効果について検証し、授業計画を提案する。

[†] Shinichiro KODAIRA*, Hiroshi SAKAMOTO*, Toshiya OYAKE**, Mika TSUTSUMI** and Yasuo HARIGAYA** : The Study on the Program and Measurement / Control Learning Using Autonomous Type Robot Teaching Materials.

* Graduate School of Education, Utsunomiya University

** Faculty of Education, Utsunomiya University

表1 「プログラムと計測・制御」に関連した各教育機関の研究

	教育機関	研究者	内容(使用, 開発, 調査内容)	対象
開発 実践	静岡大	室伏ら	プログラム言語「ドリトル」とロボット制御を取り入れた授業実践	小学校
	愛知教育大	鎌田ら	3軸制御自律型ロボットを用いた授業実践	中学校
	大阪教育大院	豎月ら	マイクロマウスを用いた迷路探索	高等学校
	大阪教育大院	上田ら	レゴマインドストームを用いた福祉ロボットコンテスト	中学校
	大阪市立四条畷中	井上ら	ロボカップジュニアに向けたOJ2を用いた実践	中学校
	兵庫教育大連合院	宮川ら	VBを用いたスロットゲームづくり(問題解決過程の分析)	中学校
	宇都宮大院	嶋田ら	自律型ロボットを用いた実践	中学校
	宇都宮大院	柴崎ら	ものづくりを含む自律型ロボット開発(PIC)	中学校
開発	香川大	宮崎ら	簡易型BASICによるラジコンカー	中学校
	佐賀大	森田ら	ロボットアーム遠隔制御	
	静岡大	望月ら	2足歩行ロボットの制御プログラム	中学校
意識調査 分析	茨城大	渡邊ら	「プログラムと計測・制御」に対する意識調査	技術科教員
	北海道教育大	渡壁ら	ロボット学習による学習態度の変容について	中学校

2. 授業計画作成

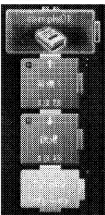
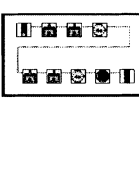
2.1 教材の選定

プログラム, 計測, 制御の学習に使用する教材として必要な事項を以下に示す。

- ・ プログラムの基本的な情報処理の手順を知識として理解することができ, 目的に応じたプログラム作成ができる。
- ・ 計測, 制御学習が可能で生徒の興味・関心を高めることができる。
- ・ センサなどの計測制御システムがあり, 身のまわりにある機器とコンピュータやプログラムとの関連を実感しながら学習ができる。

これらの事項の中でプログラム, 計測, 制御学習が可能な教材として自律型ロボット教材があり, 各教育機関で使用されている。本研究では, プログラム, 計測, 制御学習が可能な自律型ロボット教材であるレゴマインドストーム(以下, 本教材)を教材として選定する。本教材は付属のブロックを組み立てさまざまな形状のロボットが製作でき, センサの種類も豊富にある。また, 扇風機や車両入構ゲートなどの模型を製作し, 身のまわりの機器に目を向けさせることが効果的である。さらに, プログラムソフトはGUI型(Graphical User Interface), CUI型(Character User Interface)の両方が使用でき, 複数のソフトを使用することでプログラムの構成を多方面からとらえることができる。本教材のプログラムソフトの特徴をまとめたものを表2に示す。

表2 レゴマインドストームプログラムソフト

名称	RexCode	ROBOLAB	BricxCC
型	GUI型	GUI型	CUI型
作成	命令を模したブロックを縦に並べていく	命令を模したアイコンを線で接続していく	NQC(Not Quite C)を用いて構文を入力していく
概要			<pre>task main() { OnFwd(OUT_A); OnFwd(OUT_B); Wait(400); OnRev(OUT_A); OnRev(OUT_B); Wait(400); Off(OUT_A+OUT_B); }</pre>

2.2 題材の選定

従来の研究⁽³⁾では基礎の学習を行ってから, 教師側がひとつひとつ段階的に解決していく課題を提示し, 生徒はその課題を解決していく方法が多くあった。その場合, 最終課題を提示した場合, 生徒はそれまでの積み重ねてきた知識を使って解決しようとするが, 創造性のある課題解決について偏りができてしまう。このような段階的目標型の学習方法では, 知識・理解の習得に加え, 工夫・創造する力の育成が困難であると考えられる。この段階的目標型の学習の流れを図1に示す。

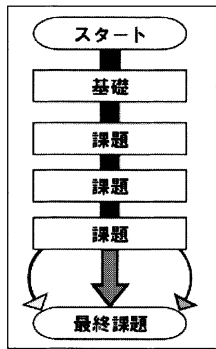


図1 段階的目標型の学習の流れ

そこで、到達目標型の学習方法に着目する。図2に到達目標型の学習の流れを示す。まず、基礎の学習までは一斉学習で行い、その後段階的な課題ではなく最終課題である大きな目標を掲げます。これにより、生徒は自分がどう解決していきたいか自由に発想することが容易になり、基礎を応用または創造していくことでいろいろな道筋で目標である課題を解決することが可能であると考えられる。

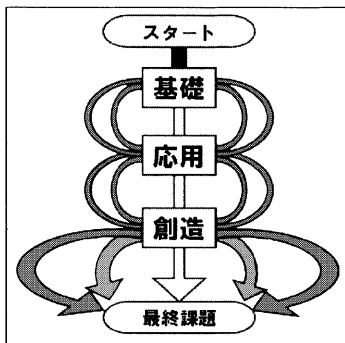


図2 到達目標型の学習の流れ

このような到達目標を最初に掲げる到達目標型の学習方法は知識・理解の習得に加え、工夫・創造する力の育成に有効であると考え、その育成を目指し到達目標型の学習方法を選択し、それに相当する学習課題を選定する。

題材選定として、自律型ロボットを使用した各研究で用いられている課題をシーケンス制御、フィードバック制御に分類したものを図3に示す。これらの課題の中で到達目標型の学習方法に適しており、かつ工夫・創造する力が育成できるものとして、シーケンス制御ではボウリング、フィードバック制御

ではロボットコンテストが考えられる。また、身のまわりの制御機器の理解が可能な学習として模型の制御を取り入れることで効果的な授業計画となる。

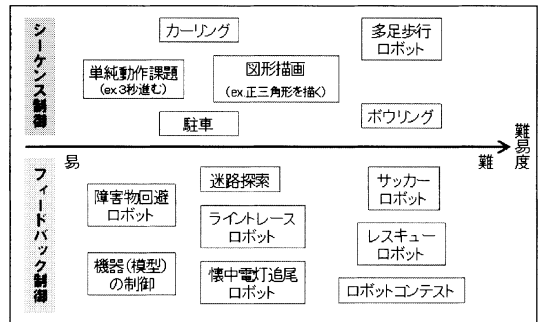


図3 自律型ロボットを使用した課題

3. 必修授業における授業実践

3.1 実践内容と生徒の実態

平成19年5月から宇都宮市立f中学校において3年必修授業に4クラス（各クラス28名、計112名）を対象として18時間計画の授業実践を行った。授業実践の内容を表3に示す。

表3 授業実践内容

週	内 容
1~3	オリエンテーション・アンケート プログラム（シミュレーションソフト）で動かそう
4~7	プログラム（CUI型）で動かそう（順次処理型）
8	プログラミング課題（ボウリング大会）
9	プログラムの役割・仕組み
10	センサの役割・センサを使用した計測
11~15	プログラム（GUI型）で動かそう（反復・分岐処理型）
16	オリジナルロボコン
17	身のまわりにあるものの制御・まとめ

第1週目に行った事前アンケートにおいて、生徒はプログラムや制御学習の経験はなく、今回の実践内容が発展的な内容であるため、学習に対する不安がある生徒が多く見られた。

授業実践では、プログラム処理をする上で必要とする共通の原理や仕組みを理解させることをねらいとし、18時間の実践時間の中でシミュレーションソフト（キューブBASIC）、CUI型ソフト（BricxCC）、GUI型ソフト（RexCode）の3種類のプログラムソフトを使用した。

3. 2 授業展開

3. 2. 1 プログラム (シミュレーションソフト) で動かそう (1~3時間目)

1時間目から3時間目は、課題に使用するプログラムソフトとしてキューブBASICを使用し、制御学習の基礎的概念の定着を図った。キューブBASICは、付属の自律型ロボットを制御することが可能であるソフトであるが、授業実践ではソフト内にあるシミュレーション機能を使用し学習を行った。キューブBASICのプログラム画面とシミュレーション画面を図4に示す。シミュレーション画面では、自律型ロボットの形をしたアイコンが画面上を動くようになっている。授業実践では、基礎的概念を定着させるための課題としてサンプルプログラムを主体とし、その中でロボットが動作する時間である数値を変換させることで解決していく課題を設定した。

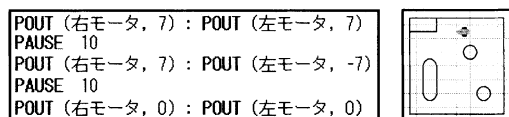


図4 キューブBASIC (CUI型)

3. 2. 2 プログラム (GUI) で動かそう (4~8時間目)

シミュレーションソフトを使用したプログラム・制御学習の後、4時間目からは図5に示す2輪ロボットを使用したプログラム、制御学習に移行した。はじめに、「保存の大切さ」を生徒に伝え、結果だけを求めるのではなく、結果に至るまでの過程も大切にすべきであることを生徒に伝えた。その上で、今後のプログラム作成の際には、保存をまめに行わせるよう促した。

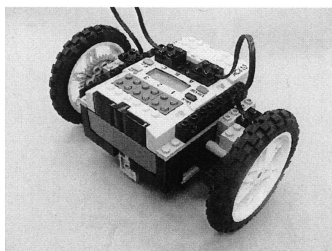


図5 2輪ロボット

プログラム学習では、CUI型のプログラムソフトBricxCCを使用し、順次処理型のプログラム作成に関する学習をさせた。BricxCCのプログラム画面を

図6に示す。サンプルプログラムをもとに、プログラムの基本的な流れである上から下へ命令が処理されていくことを理解させた。2輪ロボットは、1クラスに対して14台用意し、2人で1台を使用させた。学習内容が順次処理型のプログラム作成であるため、構成がわかりやすく、さらにはプログラム内のスペルや大文字、小文字の打ち間違いなどプログラム作成をする上での正確性が重要であることも理解させることができる。

```
task main()
{
  OnFwd(OUT_A);
  OnFwd(OUT_B);
  Wait(400);
  OnRev(OUT_A);
  OnRev(OUT_B);
  Wait(400);
  Off(OUT_A+OUT_B);
}
```

図6 BricxCC (GUI型)

プログラム作成の課題では、まずカーリングの課題を個人作業で取り組みませ、課題を解決した生徒からボウリングの課題に移行させた。ボウリングの課題では、4人で1組の班を構成し、それぞれの班でアイデアを出し合いプログラムを作成するよう伝えた。ボウリングの課題では前進、停止に加え、右回転や左回転、後退などの動作を加え、すべてのピンを倒すよう課題に取り組んでいた。8時間目に開かれたボウリング大会では、それぞれの班が創造性のあるプログラムを作成し動作として表現することができた。授業の様子を図7に示す。ボウリングを課題とした学習の意図として、班内で協力して課題解決をしていくことを優先させた。その結果、興味・関心がある生徒がいる班は課題を解決しようと話し合いをしたり質問をしたりしていたが、比較的興味・関心の低い生徒が多く集まった班ではどうしていいかわからず作業が停止してしまう様子が見られた。必修授業時間内で行う課題として生徒がさまざまところからヒントを得ることができる資料の用意や、はっきりとした課題の設定や投げかけなど十分な配慮が必要である。カーリングからボウリングまでの課題設定では、課題提示から大会前の最終調整まで約4時間を要したが、生徒が順次処理型の流れを理解し、ロボットを思い通り動作させるための時間としては十分である。また、グループ学習を取

り入れることで、お互いのアイデアを知り伝え合う活動を通して、工夫し創造する力の育成も十分可能である。

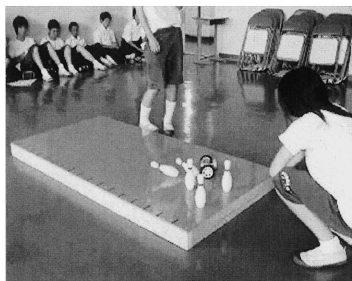


図7 授業風景（ボウリング大会）

3. 2. 3 学習の振り返り（9時間目）

事前アンケートの結果からしっかりとした知識の定着をねらいとして、9時間目は前半の学習の振り返りを行う時間を設定し、コンピュータとプログラムの関連やプログラムの種類などプログラムに関する基礎的な知識を習得させる時間を設定した。加えて、課題として行ったボウリングを解決していくための手法として、フローチャートを使用した課題解決方法を取り上げプログラム作成に利用できることを説明した。このフローチャートを使用したプログラム作成方法は、10時間目から行うセンサを使用した制御の学習で必要とする考え方として前もって説明した。

3. 2. 4 センサを使用した計測（10時間目）

10時間目は、センサを使用し計測の実習を通して、身のまわりにある制御機器に目を向けさせる時間を設定した。まず、自動ドアの制御の仕組みについて考えさせる時間を設定し、人間が近づくと自動的にドアが開く機能は、どのような仕組みで行われているかを考えさせた。そこで、センサという器具に目を向けさせ、身のまわりにある機器の多くには、センサのように状況を随時計測し制御する装置が付属されており、そのセンサを利用した制御が、より正確な制御を実現させ、より快適な生活をもたらしていることを理解させた。説明後、本教材付属の光センサを使用し、明度の計測を行った。授業実践では、白や黒などの色や懐中電灯のライトやガラスなどの明度の計測を行わせた。その後、カーテンを開けたとき、閉めたとき、電気をつけたときと消したときなど状況を変えて計測を行わせた。これにより、

状況によって常に計測値が変わることを認識させることができた。計測後、計測値の確認をし、光センサの仕組み（発光ダイオードとトランジスタ）や、色を判断するためのしきい値の認識をさせた。

3. 2. 5 プログラム（GUI型）で動かそう（11～13時間目）

11時間目と12時間目は、センサでの計測を行った学習を活用する時間として2輪ロボットにセンサを取り付け、センサを使用したプログラム、制御学習を行う時間を設定した。11時間目のはじめに、プログラムを構成する仕組みとして、順次処理型、反復処理型、分岐処理型の3つの型の用語と仕組みを説明し、センサを使用したプログラムには、分岐処理型に反復処理型を加えることで随時判断ができるようになり制御が可能であることを理解させた。説明後、GUI型プログラムソフトのRcxCodeを使用し、学習をさせた。4時間目から使用したCUI型のプログラムソフトでは、分岐処理型であるセンサを使用したプログラムを作成するには困難であることが予想され、11時間目からはフローチャートをほぼ同様の形でプログラム作成ができ、視覚的に有効で応用が可能であるGUI型のプログラムソフトを使用した。RcxCodeのプログラム画面を図8に示す。センサを使用した分岐処理型のプログラムの仕組みを定着させるために、11時間目にはタッチセンサを使用した壁に当たっても止まらずに動き続ける障害物回避ロボット、12時間目には光センサを使用した懐中電灯の光に向かっていく懐中電灯追尾ロボット、13時間目には黒く引かれた線を辿るように走るライントレースロボットのプログラム作成を課題として設定した。

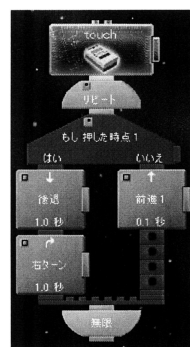


図8 RcxCode（GUI型）

3. 2. 6 プログラム (GUI 型) で動かそう (14~15 時間目)

センサを使用したプログラム, 制御学習の発展課題としてオリジナルロボコンを設定した. まず, 生徒全員を集め, ひとつひとつルールを確認した. ルールの概要は, コートに立っている 11本のタワーを倒し, 得点を競い合うというものである. コート上には, 障害物や黒い線が引いてあり, 前回までの学習を応用することで課題が解決されるルールを設定した. ルールの説明後, それぞれの班での作戦会議に移らせた. それぞれがコートに集まって作戦を立てたり, ロボットのどこにセンサを取り付けるかなど話し合いをしたりするなど意欲的に取り組む様子が見られた. オリジナルロボコンの競技用コートを図9に示す.

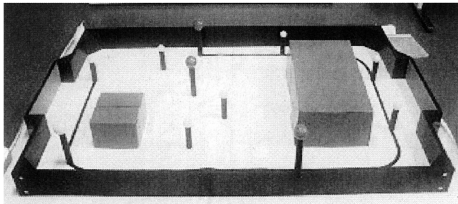


図9 オリジナルロボコンの競技用コート

3. 2. 7 オリジナルロボコン (16 時間目)

16 時間目はオリジナルロボコンの競技を行った. 授業のはじめに最終調整を行い, 班ごとにロボットを持って集合し競技を行った. その結果, プログラムを作成し, アイデアを形にし, すべてのタワーを倒すパーフェクトな動きをするプログラムを作成した班があった. 生徒が作成したプログラムを図10に示す.

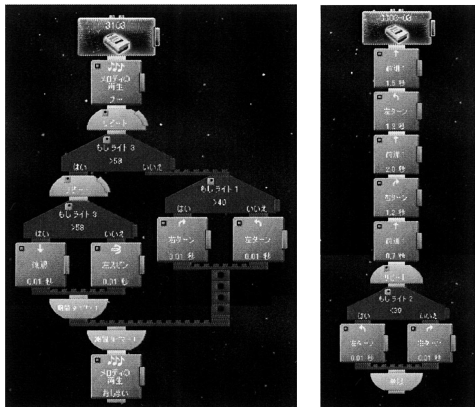


図10 生徒が作成したプログラム

しかし, 授業時間の都合上, 1班1回の競技で授業が終了してしまうクラスがあり, 競技の場合の運営に関して工夫が必要である.

3. 2. 8 身のまわりの機器を制御しよう (17 時間目)

17 時間目には, 生活とコンピュータとの関連を図り, 身のまわりにある機器に用いられている制御技術を理解させた. 題材として, 押しボタン式スイッチのある信号機を選定した. 本授業実践では, 本教材付属のレゴブロックで模式的に製作したものを配付し, RcxCode を使用して制御するよう促した. 本教材で製作した信号機の模型を図11に示す. 課題として, 通常時は青色を点灯させておき, 押しボタンに相当するタッチセンサを押した場合, 黄色から赤色と点灯させる色を変化させ青色に戻るという課題を与えた. 課題は前回までに学習したセンサを使用したプログラムの仕組みを応用することで解決することができる. 課題が解決できた生徒には, タッチセンサを押した際に音を鳴らすようにプログラムを改良するよう指示し, 実際に使われている信号機により近づかせるよう課題を設定した.

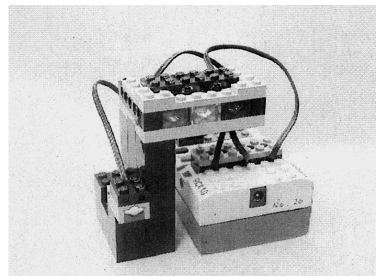


図11 信号機の模型

3. 3 考察

3. 3. 1 事前・事後アンケートによる考察

実践開始時と終了時に事前・事後アンケートを行いプログラムに対する関心・意欲, 知識・理解の面から調査を行った. 事前・事後アンケートの質問項目と t 検定により効果を検証した結果を表4, 回答の平均値を図12に示す. アンケートの数値は5段階とし, 数値が高くなるにつれ肯定的意見を示す.

表4より, 制御, プログラムに関する知識・理解の観点で有意差が見られた. 関心・意欲の観点では, ロボットを知ること, プログラムを作成すること,

授業に対しての項目で有意差が見られた。また、図 1 2 よりすべての項目に関して平均値が増加する傾向が確認された。特に問 6 のプログラムに関する知識・理解の項目は顕著な変化が見られた。授業実践を通して、3 種類のプログラムソフトを使用したことにより、コンピュータを制御しているプログラムについて十分に理解することができたと考えられる。

表 4 アンケート質問項目と t 検定結果

問	質問項目 (観点)	t 値	p 値	効果
1	ロボットについて (関意態)	1.600	0.111	無
2	ロボット製作について (関意態)	0.055	0.956	無
3	ロボットを知ることについて (関意態)	2.529	0.012	有
4	制御について (知理)	6.582	0.000	有
5	身のまわりの機器の制御について (知理)	6.723	0.000	有
6	プログラムについて (知理)	9.468	0.000	有
7	プログラムを作成することについて (関意態)	2.937	0.004	有
8	プログラムを知ることについて (関意態)	0.574	0.567	無
9	プログラムを考えることについて (関意態)	1.693	0.092	無
10	プログラミングに挑戦することについて (関意態)	1.636	0.103	無
11	授業に対して (関意態)	2.989	0.003	有

危険度 5% ($p < 0.05$)

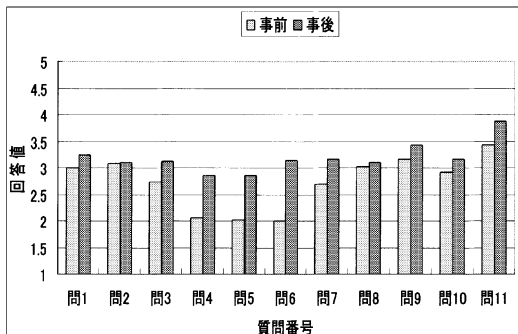


図 1 2 事前・事後アンケート結果

3. 3. 2 記述式テストによる考察

生徒の知識・理解の定着が図られているかを調査するため、授業実践終了後に記述式テストを行った。

テストに対して正答率ごとにまとめたものを図 1 3 に示す。記述式テストの結果、正答回答率が 80% 以上の生徒が 1 1 2 名中 7 8 名、平均正答率も 80.6% と高い結果が得られた。これより、授業実践を通して十分な知識の定着が図られたと考えられる。

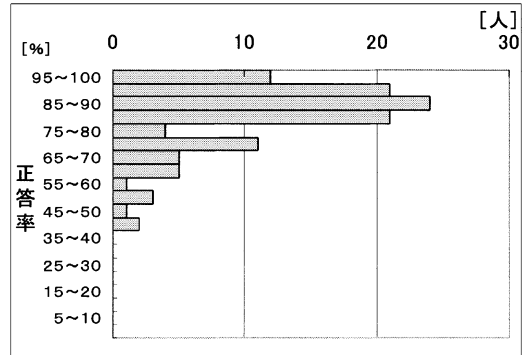


図 1 3 記述式テスト結果 (112 名中 110 名回答)

3. 3. 3 プログラムソフトに関する比較

事後アンケートにより、使用したプログラムソフトに対して、使いやすさ、わかりやすさ、プログラミングの実感、課題解決による達成感の 4 項目について調査し、その結果を図 1 4 に示す。使いやすさ、わかりやすさの項目では、1 1 週目から使用した GUI 型プログラムソフトが高い割合を示し、プログラミングの実感、達成感に関する項目では、3 週目から使用した使用した CUI 型プログラムソフトが高い割合を示した。これより、GUI 型プログラムソフトは、マウスを用いた操作で作成するため生徒にとってなじみやすく、扱いやすいこと、CUI 型プログラムソフトはキーボードによるプログラム作成のため、プログラム学習の実感を持たせながら学習に取り組むことが可能であることがわかる。

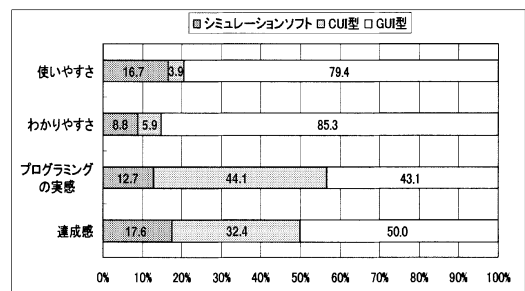


図 1 4 プログラムソフトの比較

また、事後アンケートの記述式の項目では、ボウリングやオリジナルロボコンなどの学習課題に対して「みんなで協力してプログラム作成をするのとても楽しかった。」「対抗心を持って必死に取り組めた。」「目標があると頑張りやすい。」など、課題に対して意欲的に取り組むことができた感想が多くあった。しかし、「難しかった。」「楽しかったが、ついていけない部分があった。」など、学習課題の難易度が高かったという感想も多くあった。ボウリングやロボコンのような大会形式を取った課題では、生徒全員が参加し学びあえる環境が必要であるため、生徒全員の基礎的な知識の定着、グループ学習の導入などの対策が必要である。

4. 授業計画

授業実践の結果から、本教材を用いた授業として推奨する授業計画を提案する。プログラムと計測・制御に関する学習は、プログラム作成を通して事象を論理的に構成する能力や、情報に関する多くの知識を習得するため、第3学年を対象とし、プログラムと計測・制御の学習の重要性から実践は必修授業で行われることが望ましい。そこで、3学年必修授業として計17単位時間の授業計画を提案する。その授業の構成を表5に示す。プログラムソフトはGUI型のプログラムソフト(RcxCodeもしくはROBOLAB)を主として使用する構成とした。

表5 授業計画

ロボット製作、プログラムに慣れよう(順次処理型)1時間
プログラム(GUI型)で動かそう4時間
カーリング	-----1時間
ボウリング	-----3時間
プログラム(CUI型)で動かそう1時間
センサを使用した計測1時間
プログラムに慣れよう(反復処理型,分岐処理型)	・1時間
プログラム(GUI型)で動かそう6時間
タッチセンサロボット	----1時間
ライントレースロボット	----1時間
オリジナルロボコン	----4時間
作成したプログラムを記録・保存しよう2時間
身のまわりにある機器の制御を考えよう1時間

授業計画では、到達目標型の課題であるボウリング、オリジナルロボコンの題材を中心とした題材設定とした。これにより、生徒の高い学習意欲の維持をしながら、学習することが可能である。また、オリジナルロボコン終了時に、先行研究⁽⁴⁾での授業実践で行われた作成したプログラムを記録・保存することで学習全体の振り返りを行わせる時間を設定した。授業の最終時間には、今までの学習で身につけてきた知識、技術を活用して身のまわりにある制御機器の仕組みを理解させる時間を設定した。この学習を行うことで、単なるプログラム作成の技術だけでなく、その技術と生活との深い関連が体験的な学習を通して理解することができると考えられる。

5. 結論

生活における情報を活用するための知識や技能の育成を目指し、技術科教育のプログラムと計測・制御の学習に着目し、授業実践を行った結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 体験的に学習が可能で、身のまわりの機器に目を向けさせることが可能な教材として自律型ロボット教材に着目し、プログラム作成の面でGUI型、CUI型の多様性から本教材を選定した。
- (2) 自律型ロボット教材を活用した必修授業における授業実践では、関心・意欲、知識・理解の面で効果的な結果が得られた。
- (3) 授業実践を踏まえ、必修授業において実践が可能な授業計画を提案した。

今後の課題として提案した授業計画を実践、検証することが必要である。

参考文献

- (1) 日本産業技術教育学会全国大会第49回要旨集(2006)
- (2) 日本産業技術教育学会全国大会第50回要旨集(2007)
- (3) 石島他:ロボット教材を用いたプログラム学習に関する研究,宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要,第29号,pp.181-190(2006)
- (4) 古平他:自律型ロボット教材を用いたプログラム学習に対する効果,宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要,第30号,pp.539-548(2007)